

KK1 Kriittisyysluokittelu

Case: Heinolan flutingtehdas

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantopainotteinen
mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Tatu Koskinen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

KOSKINEN, TATU:

KK1 Kriittisyysluokittelu
Case: Heinolan flutingtehdas

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 31 sivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suorittaa kriittisyysluokittelu Heinolan flutingtehtaan kartonkikoneelle 1. Kriittisyysluokittelu edesauttaa kunnossapidon toimintoja ja parantaa kartonkikoneen käyttövarmuutta. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Efora Oy.

Heinolan flutingtehdas valmistaa puolikemiallista aallotuskartonkia Heinolassa, jossa myös tämän opinnäytetyön käytännön osuus suoritettiin. Työn toteuttaminen vaati runsaasti käytännön tietoa kartonkikoneen toimintapaikkojen vaikutuksesta prosessiin. Kriittisyysluokittelu suoritettiin palaverimaisesti yhteistössä tuotannon henkilöstön kanssa. Tärkeimmät työkalut luokittelussa olivat kustomoitu kriittisyysluokittelupohja sekä tehtaan toiminnanohjausjärjestelmä.

Kriittisyysluokittelun avulla kunnossapito pystyy priorisoimaan rajalliset resurssinsa oikein. Luokittelussa laitteiden kriittisyyttä arvioitiin turvallisuus- ja ympäristövaikutusten, tuotantovaikutusten sekä korjaus- ja seurauskustannusten kautta. Luokittelun tuloksien pohjalta tarkasteltiin kartonkikoneen toimintapaikkojen ennakkohuoltoja sekä tarvittassa luotiin uusia.

Asiasanat: kriittisyysluokittelu, kunnossapito, Efora, ennakkohuolto, laitteiden kriittisyys, Stora Enso,

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in production oriented mechatronics

KOSKINEN, TATU:

Criticality classification

Bachelor's Thesis in production oriented mechatronics, 31 pages

Spring 2017

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to perform criticality classification for a cardboard machine at the Heinola fluting mill. Criticality classification would facilitate maintenance functions and improve the reliability of the cardboard machine. The study was commissioned by a maintenance company called Efora Oy.

Heinola fluting mill produces semi-chemical fluting in Heinola, where the practical part of this thesis was conducted. Implementation of the work required a great amount of practical information about the cardboard manufacturing process. Criticality classification was done through several classification meetings in co-operation with the production staff. The most important tools for the classification were a customized spreadsheet and the company's ERP system.

Criticality classification evaluates criticality from the point of view of safety, environmental impacts, economic impacts and production impacts. After the classification, the maintenance plans for each piece of machinery were reviewed based on the classification results.

Key words: criticality classification, maintenance, Efora, preventive maintenance, criticality of equipment, Stora Enso

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYSESITTELY	2
2.1	Stora Enso	2
2.2	Efora Oy	3
2.3	Heinolan flutingtehdas	4
3	KARTONGIN VALMISTUS	6
3.1	Paperi- ja kartonkiteollisuuden kaupallinen tilanne	6
3.2	Kartongin valmistusprosessi lyhyesti	7
4	KUNNOSSAPITOLAJIT	8
4.1	Standardit	8
4.2	Kunnossapitolajien jaottelu	8
4.3	Ehkäisevä kunnossapito	10
4.3.1	Jaksotettu kunnossapito	10
4.3.2	Kunnonvalvonta	11
4.3.3	Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus	12
4.4	Kunnostaminen	12
4.5	Parantava kunnossapito	12
4.6	Välittömät korjaukset	13
4.7	Siirretyt korjaukset	14
5	KRIITTISYYSLUOKITTELU JA RISKIEN TUNNISTAMINEN	15
5.1	Riskit teollisuudessa	15
5.2	Kriittisyysluokittelu PSK 6800 menetelmällä	16
5.3	Efora Oy:n malli	17
5.4	Luokittelun arviointitekijät ja niiden vaikutusluokat	17
6	TEHDASJÄRJESTELMÄT KRIITTISYYSLUOKITTELUSSA	19
6.1	SAP	19
6.2	Tehdashierarkioiden tehtävät	19
6.2.1	Prosessi- ja toimintopaikkahierarkia	20
6.2.2	Laitehierarkia ja sen käsitteet	20
7	KRIITTISYYSLUOKITTELUN TOTEUTUS	22
7.1	Kriittisyysluokittelun kohde	22
7.2	Aloituspalaveri	22

7.3	Lähtötiedot ja työkalut	24
7.4	Kriittisyysluokitteluistunnot	27
7.5	Kriittisyysluokittelun tulokset	28
7.6	Kriittisyysluokittelun jatkotoimenpiteet	29
8	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on suorittaa kriittisyysluokittelu Heinolan flutingtehtaan kartonkikone yhdelle. Kriittisyysluokittelun tavoitteena on parantaa käyttövarmuutta ja helpottaa kunnossapitoresurssien kohdistamista. Kriittisyysluokittelusta saadaan tärkeitä lähtötietoja kunnossapitosuunnitelmalle. Opinnäytetyön toimeksiantaja, kunnossapitopalveluihin erikoistunut Efora Oy on kohta kahdeksan vuotta vastannut Heinolan flutingtehtaan kunnossapidosta. Heinolan flutingtehdas kuuluu Stora Enso -konserniin ja valmistaa puolikemiallista aallotuskartonkia Heinolassa.

Opinnäytetyön laajuus käsittää kartonkikoneen toimintopaikat. Lähtökohdat kriittisyysluokittelun tarkastelulle olivat tutkimuksen kannalta hyvät. Edellisestä tarkastelusta oli kulunut vuosia, ja osa edellisvuosien pieninvestoinneista oli suoritettu dokumentoinnin ja kriittisyysluokittelujen kannalta puutteellisesti.

Opinnäytetyön alussa tutustutaan työn toimeksiantajaan Efora Oy:öön. Opinnäytetyössä esitellään myös kartonki- ja paperiteollisuuden nykytilannetta sekä kartongin valmistusprosessia lyhyesti. Kriittisyysluokittelun teoriaa avataan kunnossapitolajien ja toiminnanohjausjärjestelmien kautta. Opinnäytetyössä pohditaan kriittisyysluokittelun käytännön toteutuksen lähtökohtia, toteutuksessa käytettäviä työkaluja sekä itse työtä ja sen tuloksia.

2 YRITYSESITTELY

Heinolan flutingtehtaalla on vaiheikas historia kartongin valmistuksessa. Omistajavaihdoksia on tapahtunut historian aikana useita ja jokainen näistä on osaltaan vaikuttanut tehtaan toimintaan. Nykyisin Heinolan flutingtehdas kuuluu Stora Enso -konserniin. Viimeisin merkittävä muutos, kunnossapitotoimintojen ulkoistaminen Eforalle, tapahtui vuonna 2009. Heinolassa Efora käynnisti toden teolla panostamisen kunnossapitoprosessien toimivuuteen ja vikatilanteiden ehkäisyyn. (Efora 2017.)

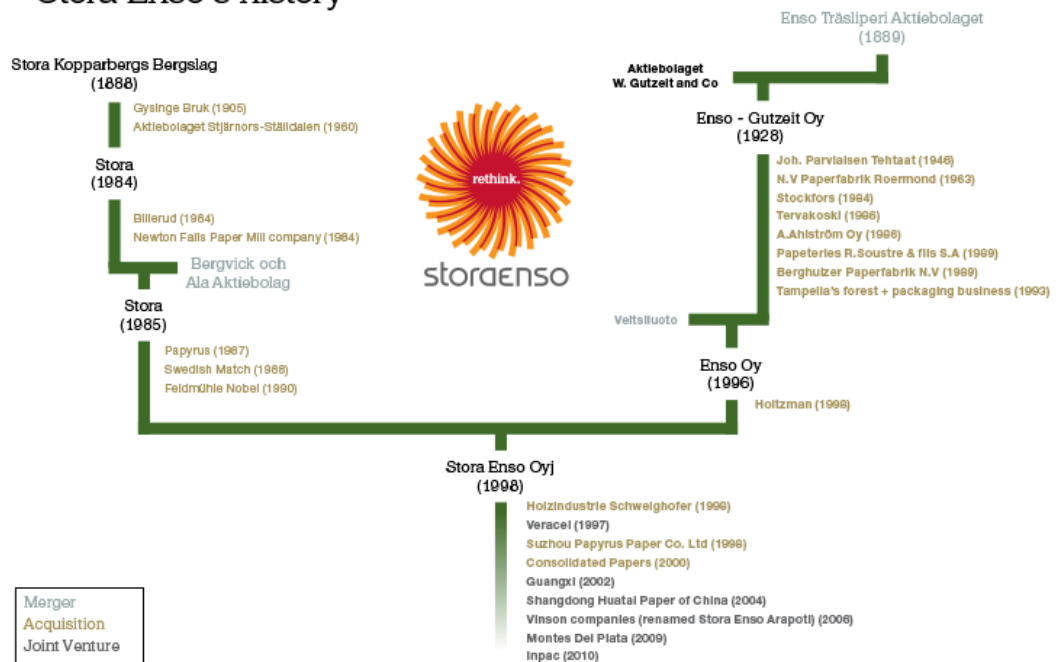
2.1 Stora Enso

Stora Enso sai alkunsa vuonna 1998, kun ruotsalainen Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag (STORA) ja suomalainen Enso Oyj fuusioituivat (Stora Enso 2016b.).

STORA:n juuret tulevat kaukaa, jopa 1300-luvun Ruotsista asti. STORA:n toiminta keskittyi alkuaikoina kaivosteollisuuteen. Aikojen saatossa yhtiöllä ollut useita erilaisia muotoja ja toiminta-alueita, sillä historiaan on mahtunut muun muassa ulkomaisia laajennuksia sekä erilaisia fuusioita ja yrityskauppoja. Vasta 1970-luvulla STORA:n kaivos- ja metallitoiminat myytiin ja keskityttiin paperiin, selluun ja metsänhoitoon. (Stora Enso 2016b.)

Suomalaisen Enson tarina on myös mittava. Se käynnistyi 1870-luvulla norjalaisen Hans Gutzeitin perustaessa Suomen ensimmäisen höyrysahan Kymijoen suulle, Kotkaan. Gutzeit keskittyi vuosisadan vaihteessa saha-toimintaan. Yritys oli hyvin innokas ostamaan ja perustamaan uusia sahoja sekä näin ollen kasvattamaan toimintaansa. 1920-luvulla yritys alkoi keskittyä selluloosan valmistukseen ja osti useita, silloisen Enson tehtaita. Vuonna 1928 yritys sai nimekseen Enso-Gutzeit Oy (kuva 1). 1900-luvun alusta vuosisadan loppuun Gutzeit teki aktiivisesti yrityskauppoja ja lopulta lukuisten kauppojen ja fuusioiden myötä Enso Gutzeitista tuli hetkellisesti myös Suomen suurin metsäyhtiö 1900-luvun lopulla. (Stora Enso 2016b.)

Stora Enso's history



KUVA 1. Merkittäviä vuosia Stora Enson historiassa (Stora Enso 2016b)

2.2 Efora Oy

Efora Oy on teollisuuden kunnossapito- ja Engineering -palveluihin erikoistunut yritys. Sen toiminta käynnistyi vuonna 2009 Stora Enson ja ABB:n yhteisyrityksenä. (Efora 2017.) Nykyiseen muotoonsa Efora muodostui lopullisesti vuonna 2013, kun ABB ilmoitti luopuvansa omistussuosuudestaan. Efora siirtyi vuoden 2013 lopulla Stora Enson kokonaisomistukseen. (ABB 2013.)

Eforan toimeenkuvana on teollisuuden tuotantolinjojen elikaarten hallinta, tuotantotehokkuuden maksimoiminen sekä älykkäillä ratkaisilla häiriöttömän käynnin turvaaminen. Toimeenkuvan toteuttamiseksi yritys tarjoaa muiden muassa kokonaisvaltaisia kunnossapitosopimuksia ja engineering-palveluita. Erikaarten hallinnan ja elinkaariarvopohjaisen toiminnan onnistumiseksi Efora kehittää jatkuvasti oman toimintansa tehokkuutta sekä toiminnalle tärkeitä työkaluja. (Efora 2017.)

Eforan toimipisteet sijaitsevat Heinolassa, Helsingissä, Honkalahdella, Imatralla, Kemissä, Kiteellä, Oulussa, Uimaharjussa ja Varkaudessa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Efora työllistää noin 930 työntekijää, ja yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli 207 miljoonaa euroa. (Efora 2017.)

2.3 Heinolan flutingtehdas

Heinolan flutingtehtaan historia ulottuu 60-luvun alkuun ja tehtaan käyntiinlähtö tapahtui tarkalleen ottaen tammikuussa 1961. Tehtaan suunniteltu vuosituotanto oli tuolloin 90 000 tonnia flutingia. Ensimmäisen vuoden tuotannoksi saatiin lopulta 52 875 tonnia. Henkilökuntaa oli yli 500. Vuonna 1960 tehdas oli ensimmäinen alan tuotantolaitos Euroopassa. Se perustettiin Oy Tampella Ab:n toimesta Heinolaan, Kymijoen rannalle, keskelle koivuvaltaisia metsiä ja hyvien rautatieyhteyksien päähän Etelä-Suomen satamista. Vuonna 1993 flutingtehtaan omistajuus siirtyi Enso Gutzeitille sen ostaessa Tampella Oy:n metsä- ja pakkausteollisuuden. Viimeisin tehtaan omistuksen muutos tapahtui Enson ja Storan fuusioituessa vuonna 1999. (Stora Enso 2017.)

Nykyisin flutingtehtaan tuotantokapasiteetti vuositasolla on noin 300 000 tonnia. Työntekijöitä tehtaalla on noin 175. Heinolan flutingtehtaan tuote, puolikemiallinen fluting, on aaltopahvin tärkeä raaka-aine, aallotettu kartonki pintakartonkien välissä. Aallotuskartongin tehtävänä aaltopahvipakkauksessa on tuoda pakkaukselle kosteuden vaihtelukykyä sekä varsinkin lujuutta ja kestävyyttä. Flutingtehtaan tuotenimikettä AvantFlute SC käytetään varsinkin elintarvikekelpoisuutta vaativissa hedelmä- ja vihannespakkauksissa, ruoka- ja juomapakkauksissa sekä kestävyyttä vaativissa elektroniikkapakkauksissa. (Stora Enso 2016a.)

Heinolan flutingtehdas on pitänyt tuotteensa samana läpi tehtaan historian. Tuotantomäärät toki ovat nousseet moninkertaisesti ja laatuarvot parantuneet huomattavasti, mutta käytännössä tuote on sama. Tehdas on aina tuottanut suuren osan kartongistaan vientiin. Nykyisestä tuotannosta

viennin osuus on jopa 90 %. Tärkeimmät vientimaat ovat Espanja, Italia, Filippiinit ja Ruotsi. (Stora Enso 2017.)

3 KARTONGIN VALMISTUS

3.1 Paperi- ja kartonkiteollisuuden kaupallinen tilanne

1950-luvulta 2010-luvulle maailman paperin ja kartongin valmistus on kasvanut liki nelinkertaiseksi. Näitä onkin pidetty yksinä tärkeimmistä hyödykkeistä, joiden kulutus seuraa melko tarkasti maiden bruttokansantuotteen kehitystä ja toimii näin jollain tapaa elintason mittarina. 2000-luvun alussa Yhdysvalloissa käytettiin vuodessa keskimäärin yli 300 kiloa paperia asukasta kohti, kun taas köyhimmissä maissa vain muutama kilo asukasta kohti. (Metsäteollisuus 2015.) Suurin osa paperin tuotannosta ja kulutuksesta koostuu eri pakkausmateriaaleista ja painopapereista (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 8). Nykyisin suurimmat paperimarkkinat ovat Aasiassa, jossa kulutetaan noin 40 % maailman papereista ja kartongeista. Tuotannon kasvussa Asia on myös maanosista johtava. (Metsäteollisuus 2015.)

Viime vuosina paperin kulutus on kuitenkin kääntynyt laskuun ja maailmanlaajuisesti tuotannossa on jo ylikapasiteettia. Kulutuksen laskun on ennustettu jatkuvan, ja suurin syy laskulle on graafisen paperin kulutuksen väheneminen. Jo yli vuosikymmenen ajan viestinnän digitalisoituminen ja palveluiden siirtyminen internetiin ovat muuttaneet paperi- ja kartonki-markkinoita. Digitaalinen media vähentää printtilehtien tilaamista, kirjeposteja lähetetään vähemmän ja samalla paino- ja kirjoituspaperin tarve pienentyy. (Metsäteollisuus 2015.)

Kartongin kehitys verrattuna paperiin on käänteistä. Verkkokaupankäynti on lisääntynyt ja lisääntyy edelleen palveluiden siirtyessä internetiin. Eri näisten tuotteiden tilaaminen ja toimittaminen kotioville kasvattaa pakkausmateriaalien kysyntää. Lisäksi varsinkin länsimaissa tietoisuus ja kasvava huoli ilmastonmuutoksesta on lisännyt kiinnostusta uusiutuviin ja ympäristöystävällisiin pakkauksiin. (Metsäteollisuus 2015.)

3.2 Kartongin valmistusprosessi lyhyesti

Kartonki ja paperi ovat rakenteeltaan ohuita, levymäisiä kuitutuotteita. Kartongin ja paperin valmistuksessa raaka-ainekoostumus vaihtelee tuotettavan kartonki- tai paperilajin mukaan. Eri raaka-ainekoostumuksilla saadaan valmiille tuotteille haluttuja ominaisuuksia. Kartongeilta usein vaaditaan lujuus- ja jäykkyysominaisuuksia, kun taas papereilta hyviä painatusominaisuuksia. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 8.)

Kartonkikone koostuu perälaatikosta, viiraosasta, puristinosasta ja kuivatusosasta. Kartokikoneeseen kuuluu myös pitkä- ja lyhyt kierto, joiden tarkoituksena on palauttaa raaka-aineet takaisin prosessiin ja ylläpitää kartonkikoneen kiertovesitasapainoa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 8.)

Perälaatikkoa, viiraosaa ja puristinosaa kutsutaan märkääksi. Perälaatikolta laimea kuituseos syötetään huulen avulla tasaisesti viiraosalle, niin sanotuksi rainaksi. Viiraosalla kuituseoksesta poistetaan suurin osa vedestä. Viiraosalta raina ohjataan puristinosalle, jossa kuiva-ainepitoisuutta kasvatetaan. Puristinosa koostuu tavallisesti 2 - 4 puristusvyöhykkeestä, joiden puristavien telaparien läpi raina ajetaan. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 16.) Puristinosalta kartonkirata ajetaan kuivatusosalle, jossa poistetaan höyryllä lämmitettävien sylinterien avulla rainasta kosteutta ja päästään haluttuun kartongin loppukosteuteen (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 163).

Heinolan flutingtehtaalla kartonkikoneen osaksi luokitellaan rullain, joka on prosessissa heti kuivatusosan jälkeen. Rullaimella muunnetaan tasomaiseksi valmistettu kartonki konerullalle ja näin helpommin käsiteltäväksi. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 220.)

4 KUNNOSSAPITOLAJIT

Kunnossapito koostuu yleisesti eri kunnossapitolajeista. Jaottelu on perusedellytys, joka mahdollistaa muun muassa toiminnan ja tehokkuuden seuraamisen. Seuranta on yrityksen toiminnan kehittämisen kannalta erittäin tärkeää. Seuraamalla eri kunnossapitolajeja nähdään, mihin lajeihin syntyy suurimpia kustannuksia ja minkä osa-alueiden toimintaa on parannettava. (Järviö & Lehtiö 2012, 46.)

4.1 Standardit

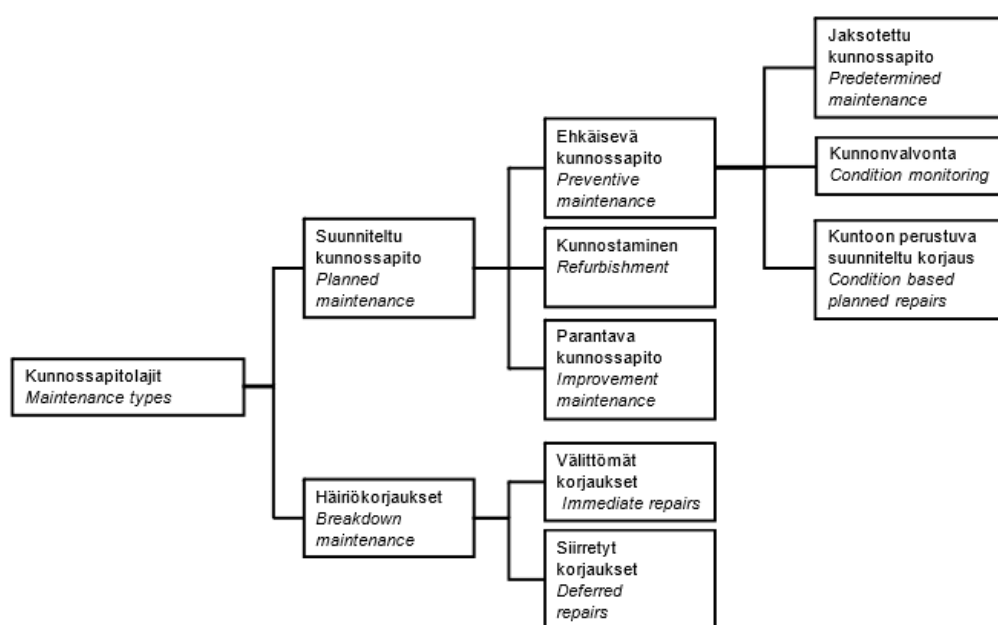
Kunnossapitolajien jaottelut on standardisoitu. Standardithan ovat konsensusperiaatteella laadittuja, julkisesti saatavilla olevia asiakirjoja, jotka jokin tunnustettu elin on vahvistanut. Tunnustava elin on standardista vastaava viranomainen tai järjestö. Standardeja tunnustavia järjestöjä on kansallisia, Euroopan kattavia ja maailmanlaajuisia eri toimialoilla. Suomessa SFS ry, eli Suomen Standardisoimisliitto toimii keskusjärjestönä. Eurooppalaisista standardisoimisjärjestöistä keskeisin on monialainen CEN (European Committee for Standardization) ja maailmanlaajuisesti sen vastinorganisaationa toimii ISO (International Organization for Standardization). (Valtanen 2012, 1.)

PSK eli Prosessiteollisuuden Standardoimiskeskus on suomalaisen teollisuuden sekä sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö. Keskuksella on käytössään noin 700 asiantuntijaa, joista standardeiden laatimiseen vuositasolla osallistuu noin kaksisataa ammattilaista erilaisissa työryhmissä. PSK on Suomen Standardisoimisliitosta erillään, mutta se tekee tiivistä yhteistyötä SFS ry:n kanssa. (PSKkalvot 2017.)

4.2 Kunnossapitolajien jaottelu

Eri standardeissa kunnossapitolajien jaottelut on toteutettu pääosin samaa kaavaa noudattaen. Pienet eroavaisuudet eri jaottelujen kesken syntyvät, kun asioita tarkastellaan eri näkökulmien kautta. Eroavaisuuksia syntyy

myös, kun jaottelua kunnossapitotoiminnan kehittyessä päivitetään ja tullaan myös tulevaisuudessa päivittämään. SFS-EN 13306:2010 käyttää tarkasteluun vian havaitsemisen näkökulmaa ja taas PSK 7501:2010 jakaa lajit sen mukaan, ovatko työt häiriökorjauksia vai suunniteltua kunnossapitoa (kuvio 1). Voidaan sanoa, että molemmat jaot vastaavat ammattikirjallisuudessa esitettyä proaktiivinen-reagoivajako, tosin suomalaisissa teoksissa jaot on ilmaistu selkeämmin. (Järviö & Lehtiö 2012, 48.)



KUVIO 1. Kunnossapitolajit PSK 7501 -standardin mukaan (PSK 7501: 2010, 32)

PSK 6201 -standardissa kunnonvalvonta ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus on yhdistetty yhdeksi, kuntoon perustuvaksi kunnossapidoksi (Järviö & Lehtiö 2012, 46).

4.3 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu jaksotetusta kunnossapidosta, kunnonvalvonnasta ja kuntoon perustuvasta suunnitellusta korjauksesta (PSK 7501: 2010,16).

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.
(PSK 6201:2011)

Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on vähentää laitteiden vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen toimintakyvyn heikkenemistä. Se on yleensä säännöllistä, eli joko aikataulutettua tai jatkuvaa. Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään myös tarvittaessa, mikäli katsotaan laitteen kannalta tarpeelliseksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla kerätään irti tuloksia, joiden avulla on helppo suunnitella ja aikatauluttaa myöhempiä kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu muiden muassa laitteiden tarkastukset, määräystenmukaisuuden toteamiset, kunnonvalvonta, testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.)

Ehkäisevän kunnossapidon tärkeyden sekä laajuuden vuoksi sen alalajeja on avattu lyhyesti omiin lukuihin.

4.3.1 Jaksotettu kunnossapito

Jaksotettu kunnossapito voi monelle kuulostaa vieraalta. Toisaalta taas ”huolto” on terminä ainakin kaikille autonomistajille tuttu. Huolto on jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka tavallisimmin sisältää huollettavan kohteen tarkastamista, säätämistä, voitelua ja voiteluaineiden vaihtoa sekä muita vastaavia toimenpiteitä. (PSK 6201:2011, 22.)

Jaksotettua kunnossapitoa tehdään suunnitellulla jaksotuksella. Jaksotus voi määräytyä esimerkiksi laitteen käyttötuntien tai tuotantomäärien perusteella. (Suomen Standardisointiliitto SFS ry 2010, 20.)

Huoltojen jaksotusta ja suunnittelua auttavat erilaiset toiminnanohjausjärjestelmät. Käytännössä järjestelmillä pystytään luomaan tuotantolaitoksen laitteille ennakkohuoltoja sekä tarkastelemaan tehtyjä huoltoja. (PSK 6201:2011, 20.)

4.3.2 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvontaa käytetään työkaluna määrittelemään laitteen toimintakuntoa ja toimintakunnon kehittymistä. Muutokset mittauksissa auttavat arvioimaan mahdollisia vikaantumis- ja korjausajankohtia, eli käytännössä ehkäisevän kunnossapidon ja korjausten suunnitteluun saadaan suunnitellua helpottavia lähtötietoja kunnonvalvonnasta. (PSK 6201:2011, 23.)

Erilaisin mittalaitteilla tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi ovat kunnonvalvonnan toimenpiteitä. Myös aistein tapahtuvat tarkastukset ovat kunnonvalvontaa. (PSK 6201:2011, 23.)

Kokonaisvaltainen kunnonvalvonta vaatii sen, että koneiden kuntoa valvotaan useilla eri tekniikoilla. (Mikkonen 2009, 97.)

Kunnonvalvontaa lähdetessä toteuttamaan valitaan tapauskohtaisesti käytössä olevista menetelmistä ne, joiden käyttäminen on taloudellisesti ja teknisesti mahdollista ja kannattavaa. Kriittisyysluokittelu auttaa kunnonvalvonnan toteutusvaiheessa. (Mikkonen 2009, 97.)

Heinolan Flutingtehtaalla kunnonvalvontaa suorittavat koneiden käyttäjät, kunnossapitäjät ja SKF:n kunnonvalvojat. Kunnonvalvojat tekevät kunnonvalvontakierroksiaan säännöllisesti. He käyttävät työssään Microlog CMXA 80 -analysointia. Tehtaalla on myös kunnonvalvontakierrosten tukena käyttöhenkilöstön tekemät ODR (Operator Driven Reliability) -kierrokset. Käyttöhenkilöstön laitteina on Microlog Inspector -tiedonkeruulaite ja langaton kunnontunnistussanturi.

4.3.3 Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus

Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus on lyhykäisyydessään kunnonvalvonnan ja tarkastusten avulla havaittujen vikojen korjaamista. Periaatteessa se on korjaavaa kunnossapitoa, mutta korjaukset tehdään ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteiden perusteella. (Mikkonen 2009, 97.)

4.4 Kunnostaminen

Kuluneen tai vaurioituneen käytöstä pois otetun kohteen palauttaminen käyttökuntoon korjaamalla. (PSK 6201:2011, 23)

Kunnostaminen on PSK -standardissa määritelty lyhyesti ja ytimekkäästi. Kunnostettava kohde voi olla kokonainen laite, esimerkiksi pumppu tai tella. Myös yksittäisiä varaosia kunnostetaan, mikäli osan kunnostaminen todetaan mahdolliseksi ja taloudellisesti kannattavaksi. (PSK 6201:2011, 23.)

4.5 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamalla kohteen toimintoa. (PSK 6201:2011, 23)

Parantava kunnossapito on mahdollista jakaa kolmeen eri pääryhmään. Ensimmäinen pääryhmä tarkoittaa huollettavan kohteen muuttaamista, käyttämällä uudempia osia ja komponentteja. Varsinaisesti ei siis haluta muuttaa laitteen suorituskykyä. Esimerkkinä toimenpiteeseen on vanhojen DC-sähkömoottikäyttöjen korvaaminen nykyaikaisilla, taajuusmuuttajalla varustetuilla oikosulkumoottoreilla. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Toinen pääryhmä muodostuu erilaisista uudelleensuunnittelusta ja korjauksista, jotka parantavat koneen luotettavuutta. Edelleen tarkoituksena ei ole parantaa koneen suorituskykyä, vaan muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Modernisoinnit ovat myös parantavaa kunnossapitoa. Modernisaatioilla on tarkoitus kehittää kohteen suorituskykyä paremmaksi. Kohteen modernisaatiossa yleensä uudistetaan niin itse kone, kuin valmistusprosessikin. Esimerkiksi vanhentuneelle paperikoneelle tulee aika, jolloin sillä ei enää ole mahdollista valmistaa kilpailukykyisesti uutta paperilajia. Jos koneella kuitenkin on riittävästi elinaikaa jäljellä, on kannattavampaa uudistaa kone, kuin romuttaa. Nykypäivänä vastaavat tilanteet esiintyvät yhä useammin, sillä koneiden elinjaksoit ovat valmistettavien tuotteiden elinkaaria pidempiä. Jos ei pystytä kilpailukykyisesti vastaamaan markkinoiden kysyntään, tarvitaan modernisaatiota pitämään tuotanto markkinan mukana. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Hyvä esimerkki modernisoinnista ja siitä saatavasta mahdollisesta säästöstä on Varkauden hienopaperikoneen muuttaminen kraftlinerikoneeksi 2015. Stora Enso investoi paperikoneen modernisaatioon noin 110 miljoonaa euroa, kun vaihtoehtoisesti uusi kartonkikone olisi maksanut jopa puoli miljardia euroa. (Stora Enso, 2014.)

Tuotanto-omaisuuden hoitamisen kannalta modernisaatioita pidetään kunnossapidon palveluyrituksissä eräänlaisena tulonlähteenä ja hyvänä kaupankäyntinä. Parannustyöt usein luokitellaan investointitoiksi, eikä niitä pidetä varsinaisena kunnossapitona. Näkemys tietenkin muuttuu, kun asioita tarkastellaan tuotanto-omaisuuden hallitsemisen kannalta. (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

4.6 Välittömät korjaukset

Välitön korjaus suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta voidaan palauttaa toimintakunto tai rajoittaa vian aiheuttamat seuraukset hyväksyttävälle tasolle. (PSK 6201:2011, 23)

Kunnossapidossa pyritään välttämään välittömiä korjauksia ja keskittymään suunnitellun kunnossapidon tekemiseen. Hyvä suunnitelmallisuus monesti vähentääkin häiriöitä ja sitä kautta välittömiä korjauksia. (PSK 6201:2011, 23.)

4.7 Siirretyt korjaukset

Siirretyt korjaukset ovat välittömien korjausten ohella häiriökorjausta. Häiriökorjauksilla palautetaan vikaatunut kohde käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaan ja toimintakuntoon. Äkillisistä vaurioista seuraavien häiriökorjausten osuus kunnossapidosta halutaan pitää mahdollisimman pieninä. Siirretyjä korjauksia ei välittömien korjausten tapaan suoriteta heti, vaan vasta kun kohteen, tuotannon tai organisaation tila sen sallii. (PSK 6201:2011, 23.)

5 KRIITTISYYSLUOKITTELU JA RISKIEN TUNNISTAMINEN

5.1 Riskit teollisuudessa

Kriittisyys on ominaisuus, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Kohde on kriittinen, jos siihen liittyvä riski ei ole hyväksyttävällä tasolla. (PSK 6800:2011, 2)

Kohteisiin liittyvien riskien toteutumisesta voi seurata henkilöiden loukkaantumisia, ympäristön saastumista, merkittäviä aineellisia vahinkoja sekä tuotannon menetyksiä. Riskien tunnistamiseen ja vahinkotapahtumien ennakointiin käytetään erilaisia riskianalyyseja. Riskianalyysilla selvitetään riskien luonteet, kohteet ja todennäköisyydet seurauksineen. Tuotantoyksiköiden satoihin erilaisiin laitteisiin nimittäin sisältyy lukemattomia määriä erilaisia riskejä. Riskit on tunnistettava, jotta voidaan löytää oikeat toimenpiteet niiden ennaltaehkäisemiseksi. Yleisesti riskin suuruudella tarkoitetaan vikaantumisen vaikutuksen ja todennäköisyyden tuloa. (Mikkonen 2009, 146.)

Koska teollisuuslaitosten laajan laitekannan ja eri tuotantolinjojen laitteita kuormitetaan vaihtelevasti, on kunnossapidon tärkeää saada rajalliset resurssinsa kohdistettua oikein. Kriittisyysluokittelu luokittelee tuotantolinjan toimintopaikat yksinkertaisesti niiden kriittisyyden mukaan. Luokittelulla ja siitä johdettavilla toimenpiteillä varmistetaan kriittisten toimintopaikkojen toimintavarmuus ja voidaan suunnitella oikeat toimenpiteet myös vähemmän kriittisille laitteille. (Efora 2009, 1.)

Kriittisyysluokittelu tuottaa lähtötietoa kunnossapitosuunnitelmalle. Tavallisesti kriittisyysluokittelut tehdään laitteiden elinkaaren alussa. Menetelmä toimii esimerkiksi hankintavaiheen tukena, kun määritellään hankittavan laitteen ominaisuuksia, tarvittavaa laatutasoa ja vastaanottokriteerejä. (PSK 6800:2008, 3.)

5.2 Kriittisyysluokittelu PSK 6800 menetelmällä

PSK 6800 antaa hyvät lähtökohdat kriittisyysluokittelulle ja standardin menetelmää onkin mahdollista soveltaa eri teollisuudenaloilla kohteiden kriittisyysluokitteluun. Menetelmä lähestyy laitteiden kriittisyyttä henkilöturvallisuuden, ympäristövaikutuksien ja taloudellisten vaikutusten näkökulmista (taulukko 1). (Mikkonen 2009, 146.)

Laitetason kriittisyyteen vaikuttavat turvallisuus- ja ympäristötekijät sekä tuotantovaikutukset sekä korjaus- ja seurauskustannukset. (PSK 6800:2011, 7)

TAULUKKO 1. Laitetason kriittisyyden tekijät PSK 6800 luokittelussa (PSK 6800:2011, 7)

Taulukko 1 Laitetason kriittisyyden tekijät ¹⁾

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri	
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_s = 0$	Ei turvallisuusriskejä	
			$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusriski	
			$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusriski	
			$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusriski	
	$M_s = 16$		Vakava turvallisuusriski		
	Ympäristöriskit $W_e = 20$		$M_e = 0$	Ei ympäristöriskejä	
			$M_e = 2$	Vähäinen ympäristöriski	
			$M_e = 4$	Kohtalainen ympäristöriski	
$M_e = 8$			Merkittävä ympäristöriski		
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetykset $W_p = 0 \dots 100$		$M_p = 16$	Vakava ympäristöriski	
			$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle	
			$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤ 3 h)	
			$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤ 10 h)	
	Laatukustannus $W_q = 30$		$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
			$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi > 24 h)	
			$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.	
			$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkeä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 1 h)	
			$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytajan tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 3 h)	
			$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)	
			$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi > 8 h)	
			Korjaus- tai seurauskustannukset $W_r = 20$	$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.
				$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkeä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 2 h)
				$M_r = 2$	Keskimääräiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytajan tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 10 h)
		$M_r = 3$		Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)	
$M_r = 4$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi > 24 h)				

¹⁾ Lukuarvot ovat ohjeellisia

Laitteen kriittisyysindeksin K laskenta:

$$K = p \times (W_s \times M_s + W_e \times M_e + W_p \times M_p + W_q \times M_q + W_r \times M_r)$$

5.3 Efora Oy:n malli

Eforan kriittisyysluokittelumallissa toimintopaikkojen luokitus määritellään kuuden eri arviointitekijän avulla. Arviointitekijöitä ovat: turvallisuus, ympäristö, laatu, käyntiaika, tuotanto ja kustannukset. (Efora 2009, 3.) Toimintopaikkojen kaikki arviointitekijät arvioidaan 1-, 2- ja 3- vaikutusluokkien avulla. Vaikutusluokat ovat seuraavat: 1- merkittävä vaikutus, 2- keskitason vaikutus ja 3- vähäinen vaikutus. (Efora 2009, 4.)

5.4 Luokittelun arviointitekijät ja niiden vaikutusluokat

Kartonkikone yhdelle suoritetun kriittisyysluokittelun arviointitekijöiden eri vaikutusluokat on selkeintä esittää taulukon (taulukko 2) avulla.

TAULUKKO 2. Arviointitekijät ja niiden vaikutusluokat (Efora 2009, 3)

	Taso 1	Taso 2	Taso 3
Turvallisuus	Laitteen vikaantumisen aiheuttaa vakavan loukkaantumisen tai kuoleman riskin	Laitteen vikaantuminen aiheuttaa sairastumis-/loukkaantumisriskin	Laitteen vikaantuminen ei aiheuta loukkaantumisen tai terveysvaaraa
Ympäristö	Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa laitosalueen tai ympäristön saastumista	Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa paikallista laitosalueen saastumista	Laitteen vikaantuminen ei aiheuta ympäristön saastumisen vaaraa
Laatu	Vikaantuminen aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä	Vikaantuminen aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä	Vikaantuminen ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia
Käyntiaika	Laitetta käytetään 24 tuntia vuorokaudessa	Laitetta käytetään 12-24 tuntia vuorokaudessa	Laitteen käyttö on satunnaista
Tuotanto	Vikaantuminen pysäyttää tuotannon	Vikaantuminen pysäyttää tärkeitä toimintoja tai alentaa tuotantokapasiteettia	Vikaantumisella ei ole tuotantovaikutusta
Kustannukset	Korjauskustannukset ja/tai tuotannon menetykset ovat erittäin korkeat	Korjauskustannukset ja/tai tuotannon menetykset ovat korkeat	Korjauskustannukset ja/tai tuotannon menetykset eivät ole merkittävät

Vikaantumisen aiheuttamiin kustannuksiin huomioidaan muiden muassa tuotannonmenetyskustannukset, mahdolliset sakot sekä korjauskustannukset sisältäen materiaali- ja työvoimakustannukset (Efora 2009, 3).

6 TEHDASJÄRJESTELMÄT KRIITTISYYSLUOKITTELUSSA

Heinolan Flutingtehtaalla on käytössä useita rinnakkaisia toimintaa ja tehtaan toimintoja ohjaavia järjestelmiä. Tehtaan yleisenä toiminnanohjausjärjestelmänä toimii SAP GUI ja se on samalla kunnossapidon yksi tärkeimmistä työkaluista. Toimiva toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa ja maksimoi kriittisyysluokitteluista saadun hyödyn tuotantolaitokselle.

6.1 SAP

Toimivasta toiminnanohjausjärjestelmästä saa ulos sen tasoista tietoa, jota sinne on syötetty. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä sisältää toimintoina muiden muassa varastohallinnan, kirjanpidon, laskutuksen ja palkanhallinnan. Toiminnanohjausjärjestelmään on luotu myös prosessi-, paikka-, laite- ja kustannuspaikkahierarkiat. Kriittisyysluokittelu suoritetaan prosessihierarkian toimintopaikkatasolle. (Provianet 2015.)

Prosessihierarkia kuvaa laitoksen prosessitekniesten toimintojen keskinäistä riippuvuutta. Laitos on korkein taso. (PSK 7102:2008, 3)

Prosessihierarkian tasot ovat seuraavat: laitos, tuotantoyksikkö, tuotantolinja, prosessi, osaprosessi, toiminto ja alitoiminto.

Prosessihierarkia määräytyy kunkin laitoksen mukaan ja toiset hierarkiat ovat yksinkertaisempia kuin toiset. Yksikertaisimmista hierarkioista on viisasta jättää tasoja pois ja monimutkaisimpiin taas lisätä tasoja, mikäli tasojen lisäys selkeyttää asioita. (PSK 7102:2008, 3.)

6.2 Tehdashierarkioiden tehtävät

Tehdashierarkioiden tarkoitus on tukea kunnossapitoa ja tuotantolaitoksen käyttöä. Hierarkiat avustavat myös hankintaa, suunnittelua ja tiedonsiirtoa. Toiminnanohjausjärjestelmä sitoo tietoja tehdashierarkioihin ja sitä kautta tietoja on myös helppo saada ulos. (PSK 7102:2008, 1.)

6.2.1 Prosessi- ja toimintopaikkahierarkia

Prosessihierarkian ja varsinkin sen toimintopaikkatason tehtävä on ilmentää tuotantolaitoksen prosessien eri toimintoja. Otetaan esimerkki Heinolasta, kartonkitehtaalta, jonka massaosastolla prosessina on jauhatus, osaprosessina 1.Jauhatusvaihe ja toimintona on jauhin. Heinolan flutingtehtaan tehdashierarkiassa toimintoja kuvaa niin sanottu ei-hierarkinen toimintopaikka, tässä tapauksessa Jauhin 6 (kuva 2).

FI-HE-301	KARTONKITEHDAS
FI-HE-301-101	MASSAOSASTO
FI-HE-301-101-210	(21) JAUHATUS
FI-HE-301-101-210-010	AUTOMAATIOPIIRIT
FI-HE-301-101-210-110	MASSAN PURKU
FI-HE-301-101-210-120	1-JAUHATUSVAIHE
HE-21NKO6	JAUHIN 6

KUVA 2. Leikkaus jauhamon hierarkiasta (Efora 2017)

6.2.2 Laitehierarkia ja sen käsitteet

Laitteet kuuluvat prosessihierarkiaan liitettyyn laitehierarkiaan, joka kuvaa laitteen jakamista komponentteihin ja osiin. Laitteiden komponentit ja osat esittävät tavallisesti laitteiden osaluetteloiden osia. Laitehierarkian tavoite on nimenomaan mahdollistaa osien kytkeminen oikeille laitteille (kuva 3). (PSK 7102:2008.)

HE-13PP31		PESURIPUHALLIN III/1		
HE_13PP31	KESKIPAKOPUHALLIN			
101923	KARTIOHOLKKI TL 3535X60	L	1,00	KPL
159216	KIILAHIHNAPYÖRÄ SPB 212X6TL 3525	L	1,00	KPL
160994	SIIPIPYÖRÄ +AKSELI +LAAK. 3-254-M4-040	L	1,00	KPL
100424	KIILAHIHNA XPB 2800	L	6,00	KPL
124438	KUULALAAKERI 6313 C3	L	2,00	KPL
112886	V-RENGAS VA 65	L	4,00	KPL
HE 601-824	MOOTTORI			

KUVA 3. Leikkaus sellutehtaan pesemön hierarkiasta (Efora 2017)

Osien kytkeminen laitteille tapahtuu nimikkeistön avulla. Jokainen on nimike sisältää yksilöityä tietoa nimikkeestä. Siihen liitettyjen tietojen avulla nimikettä voidaan helposti tulevaisuudessa ostaa sekä kunnostaa mikäli nimike on kunnostettavissa. Toiminnanohjausjärjestelmästä nähdään

myös tarvittaessa nimikkeiden varastokohtaiset kulutukset ja muut historia-tiedot (Kuva 4).

Nimiketositeluettelo									
Nimike	Nimikkeen lyhyt selitys				Imp	Name 1			
Var. E	Tapahtumalajiteksti	TLj	Nimiketos.	Kirjauspvw	Klo	Määrä	RMY:inä	RMY	Erä
								Ostotilaus	Tilaus
									Kust.
130439	RULLALAAKERI 22316 E				X22J Efora Oy Heinola				
2701	TV tavaravast.otto	101	5020485917	16.03.2017	12:08:19	2,00	KPL	4502490533	
2701	Vo tilaukseen	261	4911420193	24.02.2017	07:03:13	2,00-	KPL		31001479720
2701	TV tavaravast.otto	101	5020066123	23.01.2017	08:41:54	2,00	KPL	4502467192	
2701	Vo tilaukseen	261	4910982143	09.01.2017	12:50:21	2,00-	KPL		31001395875
2701	TV tavaravast.otto	101	5003662418	28.11.2011	09:39:14	2,00	KPL	4501477260	
2701	Vo tilaukseen	261	4904471970	15.11.2011	06:58:25	2,00-	KPL		31000526660
2701	Vo alkusald. syöttö	561	4903031742	01.01.2009	09:59:13	2,00	KPL		

KUVA 4. Esimerkki nimikkeen 130439 varastosaldon kehityksestä.

Nimikkeitä voidaan kiinnittää useille laitteille, mikäli ne kuuluvat useamman eri laitteen osakokoonpanoon. Kriittisyysluokittelun suorittamisen jälkeen tai mahdollisesti samassa yhteydessä on suositeltavaa suorittaa varaosa-tarkastelut luokitelluille laitteille. Varaosatarkastelun tarkoituksena on taata tietty luotettavuustaso laitteille. Varaosien tarpeellisuus saa painoarvon toimintopaikkojen kriittisyydestä sekä myös laitteiden riskiluvuista. Kaikkia vähemmän kriittisten laitteiden varaosia ei ole tarpeellista säilyttää omassa varastossa, mikäli ne ovat saatavissa toimittajilta sovituissa toimitusajoi-sa. Varaosia on myös suositeltavaa yhteisvarastoida yrityksen eri toimipis-teiden kanssa. (Efora 2009, 10.)

Laitehierarkia mahdollistaa kunnossapitoilmoitusten ja kunnossapitotilau-sen kytkemisen laitteille. Tilaukset ja ilmoitukset kohdistuvat sekä toiminto-paikkaan, että laitteeseen. Jälkeenpäin voidaan tarkastella esimerkiksi kullekin laitteelle tai toimintopaikalle tehtyjä kunnossapitotoita ja muuta historiaa. (Efora 2009, 10.)

7 KRIITTISYYSLUOKITTELUN TOTEUTUS

Toimeksianto kartonkikone yhden kriittisyysluokittelulle tuli keväällä 2016 Efora Oy:n Heinolan yksiköltä. Kriittisyysluokittelun käytännön osuus suoritettiin palaverimaisesti yhteistyössä Stora Enson käyttöhenkilöstön kanssa.

7.1 Kriittisyysluokittelun kohde

Työn laajuus ja luokiteltavat kohteet määräytyivät kartonkikoneesta tehdyn SAP-toimintopaikkahierarkian mukaan. Luokitteluun tulisi siis sisältymään kaikki Kartonkikone-tason alla olevat toimintopaikat (Kuva 5).



FI-HE-301	KARTONKITEHDAS
FI-HE-301-101	MASSAOSASTO
FI-HE-301-111	KARTONGIN VALMISTUS
FI-HE-301-111-230	(23) KARTONKIKONE
FI-HE-301-121	KARTONGIN JALOSTUS
FI-HE-501	VOIMALAITOS

KUVA 5. Luokiteltavien toimintopaikkojen ylätaso, Kartonkikone

Kriittisyysluokitteluun kuuluvat, kartonkikoneen merkittävimmät alatasot ovat lyhytkierto, perälaatikko ja viiraosa, puristinosa, kuivatusosa, konerullain, apulaitteet sekä voitelujärjestelmät.

Kartonkitehtaan muut päätasot, kartongin jalostus ja massaosasto eivät kuuluneet luokitteluun. Tasot on luokiteltu omina kokonaisuuksinaan. Massaosasto sisältää jauhatuksen, sekä massan- ja vedenkäsittelylaitteita. Kartongin jalostus taas käsittää käytännössä kaikki valmiin konerullan jälkeiset toimenpiteet ennen pakatun asiakasrullan lastausta, eli pituusleikkurin-, pakkaamon-, tuotevaraston ja lastauksen laitteet.

7.2 Aloituspalaveri

Työ käynnistettiin pitämällä aloituspalaveri kartonkitehtaan kriittisyysluokittelun nykytilanteeseen liittyen. Aloituspalaverin tavoitteena oli saada kartoitettua nykytilannetta sekä samalla laitehierarkian paikkaansapitävyyttä.

Aloituspalaverissa päätettiin luokittelussa käytettävät menetelmät ja tehtiin toimintasuunnitelma työn etenemisestä.

Aloituspalaverissa ja myöhemmin luokittelua tehdessä tilanteen huomattiin olevan joiltain osin hankala. Osassa yksittäisiä laiteinvestointeja on ollut tapana jäädä kriittisyysluokittelu tekemättä, laitetiedot päivittämättä, sekä ennakkohuoltosuunnitelmat luomatta. Kriittisyysluokittelun ja hierarkian tarkastelu vaikutti osuvan hyvään ajankohtaan. Palaverissa katsottiin parhaaksi keskittää työ kriittisyysluokittelutietojen päivittämiseen. Sovittiin, että toimintopaikkahierarkiassa eteen tulevat, prosessista poistetut laitteet poistetaan myös järjestelmästä. Toimenpiteet puuttuville laitteille sovittiin katsottavaksi aina tapauskohtaisesti työn edetessä. Laajempien puuttuvien laitekokonaisuuksien lisääminen luokittelutyön yhteydessä olisi turhan aikaa vievää ja viisaampaa toteuttaa erillisenä pienprojektina.

Ennakkohuoltotiedot kartonkikoneen osalta olivat lähtötilanteessa hyvällä tasolla, puuttuvia laitteita lukuun ottamatta. Ennakkohuoltotietojen päivityksen osalta aloituspalaverissa sovittiin, että keskitytään ensisijaisesti toimintopaikkoihin, joiden kriittisyysluokka muuttuu uudessa tarkastelussa.

Aloituspalaverissa todettiin, että suurin osa kartonkikoneen olemassa olevista kriittisyysluokittelutiedoista on syötetty vuonna 2011. Reilussa viidessä vuodessa on muodostunut käsitys luokittelun toimivuudesta. Yllättävien häiriöseisokkien pituudet ovat kaiken kaikkiaan lyhentyneet ja määrät vähentyneet.

Kriittisyysluokittelun työkaluja tarkastellessa todettiin, että kartonkikoneen luokittelu tehdään Eforan kriittisyysluokittelumallin mukaisesti ja jo olemassa olevia pohjia käyttäen. Aloituspalaverissa määriteltiin myös rajat vikaantumisten aiheuttamien kustannusten osalta. Määrittely tehtiin yhteistyössä tuotannon henkilöstön kanssa. Vikaantumisen aiheuttamat kustannukset tarkoittavat lopullisia kustannuksia yritykselle ja koostuivat siis tuotannonmenetyskustaksista, mahdollisista sakoista sekä korjauskustannuksista sisältäen materiaali- ja työvoimakustannukset. Luokittelun ohje ei sisällä

valmiiksi selkeitä rajoja kustannusten osalta, koska kriittisyysluokittelua ja sen ohjetta hyödynnetään sekä suurilla, että myös pienillä tuotantolinjoilla.

7.3 Lähtötiedot ja työkalut

Ennen kriittisyysluokitteluistuntoja kerättiin lähtötietoja luokitteluun liittyen. Luokitteluistunnoissa toimintopaikkojen arviointitekijöiden tasot kirjattaisiin Excel-taulukkoon. Toimintopaikkojen kirjausta varten toiminnanohjausjärjestelmästä oli ajettava toimintopaikkahierarkia (kuva 6) excel-muotoon (taulukko 3) ja muokattava luokittelupohjalle (taulukko 4) sopivaksi.

FI-HE-301-111-230	(23) KARTONKIKONE
FI-HE-23GS10	VAPAA POSITIO
FI-HE-301-111-230-010	AUTOMAATIOPIIRIT
FI-HE-301-111-230-110	LYHYTKIERTO
HE-23NY03	VIIRAVESISÄILIÖ
HE-23PM02	PERÄNSYÖTTÖPUMPPU
HE-23NS03	KONESIHTI 3
HE-23NS04	KONESIHTI 4
HE-23PV08	DILUPUMPPU
HE-23NS05	DILUSIHTI
HE-23NY04	REJEKTISÄILIÖ 4m3

KUVA 6. Leikkaus osasta kartonkikoneen hierarkiaa SAP-järjestelmässä

Taulukko 3. Kartonkitehtaan toimintopaikkarakenne siirrettynä SAP järjestelmästä exceliin

A1																															
		Toimintopaikka																													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V									
1	Toimintopaikka				FI-HE																					VO:n tilu		####			
2	Nimitys				HEINOLA																										
3																															
4	FI-HE																									HEINOLA					
5																															
6					FI-HE-000																					PROJEKTIT					
7					FI-HE-201																					SELLUTEHDAS					
8					FI-HE-301																					KARTONKITEHDAS					
9																															
10					FI-HE-301-101																					MASSAOSASTO					
11					FI-HE-301-111																					KARTONGIN VALMISTUS					
12																															
13	X							FI-HE-301-111-230																(23) KARTONKIKONE							
14																															
15	X							FI-HE-301-111-230-010																AUTOMAATIOPIIRIT							
16																															
17	X							HE-23DPA-701																KV1 SUODATIN TUKOSSA							
18																															
19	X							HE_23DS701																PAINEKYTKIN							
20																															
21	X							HE-23DPA-740																KV2 SUODATIN TUKOSSA							
22																															
23	X							HE_23DS740																PAINEKYTKIN							
24																															
25	X							HE-23EIC-250																TYHJÖPUMPPU GP21:N TEHO JA ENERGIA							
26																															
27	X							HE_23EE250																ENERGIAMITT AUS							
28	X							HE_23EM250																TEHOMUUNNIN							
29																															
30	X							HE-23EIC-251																TYHJÖPUMPPU GP22:N TEHO JA ENERGIA							
31																															
32	X							HE_23EE251																ENERGIAMITT AUS							
33	X							HE_23EM251																TEHOMUUNNIN							
34																															
35	X							HE-23EIC-252																TYHJÖPUMPPU GP23:N TEHO JA ENERGIA							
36																															
37	X							HE_23EE252																ENERGIAMITT AUS							
38	X							HE_23EM252																TEHOMUUNNIN							
39																															
40	X							HE-23EIC-253																TYHJÖPUMPPU GP24:N TEHO JA ENERGIA							
41																															
42	X							HE_23EE253																ENERGIAMITT AUS							
43	X							HE_23EM253																TEHOMUUNNIN							
44																															
45	X							HE-23EIC-254																TYHJÖPUMPPU GP26:N TEHO JA ENERGIA							
46																															

TAULUKKO 4. Kriittisyysluokittelussa käytettävä luokittelupohja

Leikkaa Kopioi Muotoiluvivelliin Leikepöytä Fontti Tasaus Numero

Tahoma 9 A A Rivitä teksti Yleinen Yhdistä ja keskittä

Komment...

1 2 3 4 5 6

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA

1 2 3 4 5 6

7 Toimintopaikka Toimintopaikan nimitys

8 MALLI Mallirivi

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

Efora

T = tapahtuman todennäköisyys
M = tapahtumasta aiheutuvat materiaalikustannukset (varaosat + työ)
K = tapahtumasta aiheutuvat tuotannonmenetyskustannukset
R = Riskiluku = T*(M+K)

Turvallisuus
Ympäristö
Laatu
Käytännäisyys
Vakuutus
Tuotannon
Kustannus-
vakautus

ABC Riskiluku Lisätiedot

A 24

Koskinen, Tatu:
1: Laitteen vikaantuminen aiheuttaa vakavan loukkaantumisen- tai kuoleman riskin
2: Laitteen vikaantuminen aiheuttaa sairastumis- tai loukkaantumisriskin
3: Laitteen vikaantuminen ei aiheuta loukkaantumis- tai terveysvaaraa

Koskinen, Tatu:
1: Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa laitosalueen ja ympäristön saastumista
2: Laitteen vikaantuminen voi aiheuttaa paikallista laitosalueen saastumista
3: Laitteen vikaantuminen ei aiheuta ympäristön saastumisen vaaraa

Koskinen, Tatu:
1: Vikaantuminen aiheuttaa lopputuotteen laatuksannuksia, jotka vastaavat merkittävästi tuotannonmenetystä
2: Vikaantuminen aiheuttaa lopputuotteen laatuksannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä
3: Vikaantuminen ei aiheuta lopputuotteen laatuksannuksia

Koskinen, Tatu:
1: Korjauskustannus ja/tai tuotannon menetyskustannus ovat erittäin korkeat.
2: Korjauskustannus ja/tai tuotannon menetyskustannus ovat korkeat
3: Korjauskustannus ja/tai tuotannon menetyskustannus eivät ole merkittävät

Koskinen, Tatu:
1: Vikaantuminen pysäyttää tuotannon
2: Vikaantuminen pysäyttää tärkeitä toimintoja tai alentaa tuotantokapasiteettia
3: Vikaantumisella ei ole tuotantovaikutusta

Koskinen, Tatu:
1: Laitteita tarvitaan 24h/vrk
2: Laitetta tarvitaan 12-24h/vrk
3: Laitteen käyttö on satunnaista

Kriittisyysluokittelupohjaan pisteytettäessä toimintopaikan kaikki kuusi vaadittua arviointitekijää antaa taulukko arviointitekijöiden vaikutusluokkien mukaan toimintopaikalle A-, B- tai C-luokan.

Arviointitekijöille on annettu eri painoarvot. Korkein painoarvo on turvallisuudella. Esimerkiksi jos mille tahansa laitteelle joudutaan pisteyttämään turvallisuustekijä luokaksi 1 (Laitteen vikaantuminen aiheuttaa vakavan loukkaantumis- tai kuoleman riskin), antaa taulukko aina kriittisyysluokan A. Painoarvoltaan merkittävimmät tekijät ovat turvallisuus- ja ympäristövaikutukset, tuotantovaikutukset, sekä korjaus- ja seurauskustannukset.

Pienin painoarvo on laitteen käyntiajalla. Käyntiaika voi olla 24 tuntia vuorokaudessa mutta laitteen kriittisyys C, mikäli laitteen vikaantuminen ei aiheuta vaaraa turvallisuudelle, ympäristölle, eikä vikaantumisella ole suurtakaan kustannus- tai laatuvaikutusta.

Esimerkkinä luokiteltavasta toimintopaikasta, tarkastellaan kuivatusosan ilmajärjestelmästä märkää ilmaa poistava märkäilmapuhallin 3 (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Märkäilmapuhallin 3, puhaltimen kriittisyysluokittelu

			Turvallisuus	Ympäristö	Laatu	Käyntiaika	Vakutus tuotantoon	Kustannus- vaikutus	ABC
7	Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys							
047	HE-23PP03	MÄRKÄILMAPUHALLIN 3	3	3	2	1	2	2	B
048	HE_23PP03	AKSIAALIPUHALLIN							
049	HE_601-489	MOOTTORI							
050									
051	HE-23PP04	MÄRKÄILMAPUHALLIN 4	3	3	2	1	3	2	B
052	HE_23PP04	AKSIAALIPUHALLIN							

Tatu Koskinen:
-Yhden vioittuminen ei
pysäytä tuotantoa,
vaikuttaa
kosteusprofiiliin

Oletetaan, että yksi neljästä märkäilmapuhaltimesta vikaantuu, laitteeseen tulee laakerivaurio. Puhallin on käytössä 24 tuntia vuorokaudessa, jokaisena päivänä viikossa. Puhaltimen vikaantuminen ei aiheuta turvallisuustai ympäristöriskiä, eikä myöskään yhden puhaltimen vikaantuminen välittömästi pysäytä tuotantoa.

Puhaltimen vikaantuminen kuitenkin vaikuttaa kuivatusosan kosteusprofiiliin vaikeuttaa koneen ajamista ja samalla alentaa tuotantokapasiteettia.

Puhaltimen kunnostaminen on myös kohtalaisen kallista. Pisteytyksellä (taulukko 4) puhaltimelle saadaan taulukosta kriittisyysluokaksi B.


7.4 Kriittisyysluokitteluistunnot

Kriittisyysluokitteluistuntojen työkaluina luokittelupohjan lisäksi käytettiin yhteyttä kartonkikoneen prosessiautomaatiojärjestelmään sekä SAP-istuntoa. Automaatiojärjestelmä oli tukena selvittäessä toimintopaikkarakenteen paikkaansapitävyyttä.

SAP-istunnolla selvitettiin pääasiassa toimintopaikkojen historia- ja laitetietoja. Luokittelua tehdessä historiatiedoista oleellisinta oli tarkastaa merkittävien laitehäiriöiden kestot ja toteutuneet kustannukset.

Luokitteluistunnot päätettiin pitää lyhyinä ja niiden rakenne kevyenä, koska työ itsessään on kuluttavaa. Istunnoissa edettiin exceliin siirretyn toimintopaikkahierarkien mukaisesti toimintopaikka kerrallaan. Jokaisen toimintopaikan kohdalla määriteltiin arviointitekijöille oikeat vaikutusluokat (taulukko 6).

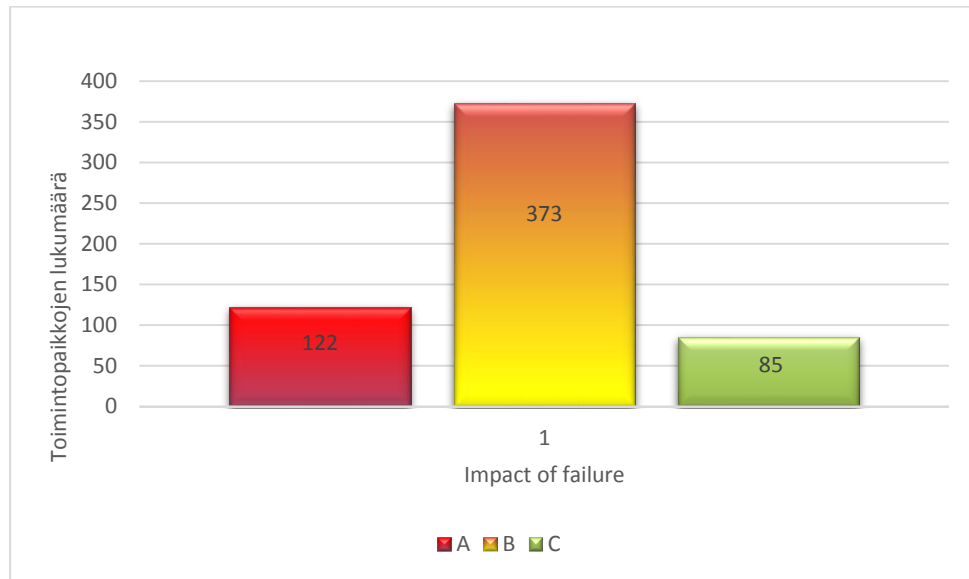
TAULUKKO 6. Toimintopaikat luokittelutaulukossa luokiteltuina.

		A	B	C	D	E	F	G	H	J	N
				T = tapahtuman todennäköisyys M = tapahtumasta aiheutuvat materiaalikustannukset (varaosat + työ) K = tapahtumasta aiheutuvat tuotannonmenetyskustannukset R = Riskiluku = T*(M+K)							
				Turvallisuus	Ympäristö	Laatu	Käytettävyys	Vakutus tutustaan	Kustannus- vaikutus	ABC	Riskiluku
7	Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys		1	1	2	2	2	2	A	
15	MALLI	Mallirivi		1	1	2	2	2	2	A	24
39	HE-23NS03	KONESIHTI 3		3	3	3	1	1	1	A	0
43	HE-23NS04	KONESIHTI 4		3	3	3	1	1	1	A	0
47	HE-23NS05	DILUSIHTI		3	3	1	1	1	1	A	0
52	HE-23NS06	REJEKTISIHTI		3	3	2	1	2	2	B	0
57	HE-23NY02	IMUVESISÄILIÖ		3	3	3	1	1	2	B	0
60	HE-23NY03	VIIRAVESISÄILIÖ		3	3	2	1	1	2	B	0
63	HE-23NY04	REJEKTISÄILIÖ 4m3		3	3	2	1	2	2	B	0
66	HE-23NS07	JÄLKILAJITIN		3	3	2	1	2	3	C	0
69	HE-23PM13	REJEKTIPUMPPU KAARISIHILLE		3	3	3	1	2	3	C	0
72	HE-23PM17	REJEKTIPUMPPU		3	3	2	1	2	2	B	0
77	HE-23PV08	DILUPUMPPU		3	3	1	1	1	1	A	0
93	HE-23FK11	SISÄPUOLINEN VIIRAN KIRISTIN I-KIRISTIN		3	3	3	2	1	2	B	0
97	HE-23FK12	SISÄPUOLINEN VIIRANKIRISTIN II-KIRISTIN		3	3	3	1	1	2	B	0
101	HE-23FK13	VIIRAN AUTOMAATTIKIRISTIN		3	3	3	3	2	2	B	0
105	HE-23FK14	YLÄVIIRAN KIRISTIN		3	3	3	1	1	2	B	0
110	HE-23FK15	ALAVIIRAN OHJAIN ULKOPUOLINEN		3	3	3	1	1	2	B	0
115	HE-23FK16	YLÄVIIRAN OHJAIN,SISÄPUOLINEN		3	3	3	1	1	2	B	0
120	HE-23FM11	VIIRAN VETOTELAN LAITTEET		3	3	2	1	1	1	A	0
127	HE-23FN12	RINTATELAN NOSTOLAITTEET		3	3	3	3	2	2	B	0
132	HE-23FN13	YLÄVIIRAN VETOTELAN LAITTEET		3	3	3	1	1	1	A	0
139	HE-23FN14	I-MUODOSTUSTELAN LAITTEET		3	3	3	1	1	2	B	0
144	HE-23FN20	RINTATELAN KAAVARI		3	3	2	1	2	2	B	0
148	HE-23FN21	I-PALAUTUSTELAN KAAVARI		3	3	2	1	2	2	C	0
153	HE-23FN22	KÄSIKIRISTINTELAN KAAVARI		3	3	3	2	3	3	C	0
158	HE-23FN23	AUTOMAATTIKIRISTINTELAN KAAVARI		3	3	3	1	3	3	C	0
163	HE-23FN24	KÄSIKIRISTINTELAN KAAVARI		3	3	3	1	2	3	C	0
168	HE-23FN25	AUTOMAATTIKIRISTINTELAN KAAVARI		3	3	3	1	2	3	C	0
173	HE-23FN26	VIIMEISEN PALAUTUSTELAN KAAVARI		3	3	3	1	2	3	C	0
178	HE-23FN40	VETOTELAN KAAVARI		3	3	3	1	2	3	C	0
183	HE-23FN41	KIRISTYSTELAN KAAVARI		3	3	3	1	2	3	C	0
188	HE-23FN42	AUTOMAATTISEN OHJAUSTELAN KAAVARI		3	3	3	1	2	3	C	0

Kriittisyysluokittelutaulukkoon lisättiin kommentteina puutteita toimintopaikkojen tiedoissa, huomioitavia ja mahdollisia lisätoimenpiteitä, mitä olisi syytä suorittaa jatkotoimenpiteiden yhteydessä.

7.5 Kriittisyysluokittelun tulokset

Kriittisyysluokittelussa tarkasteltiin kaiken kaikkiaan 580 kartonkikoneen toimintopaikkaa. 122 toimintopaikkaa luokiteltiin A-kriittiseksi, 373 B-kriittiseksi ja 85 C-kriittiseksi (kuvio 2).



KUVIO 2. Luokitteluprosessin tulos

Luokitteluprosessilla pystyttiin erittelemään vikaantumisen seuraamuksiltaan merkittävämmät, sekä merkitykseltään vähäisimmät toimintopaikat. Prosentuaalisesti kartonkikone yhdellä A-luokan laitteita oli 21 %, B-luokan laitteita 64 % ja C-luokan laitteita 15 %. Ihanteellinen jako kunnossapitoresurssien kannalta olisi 20/60/20. Tällöin laitekannasta saadaan eroteltua sopivat osuudet kriittisimpiä ja vähemmän kriittisiä laitteita. Kaikki laitteet eivät voi olla A- kriittisiä. Mikäli A- kriittisten prosenttiosuus nousee liian suureksi, voi se nostaa kunnossapidon kustannuksia.

7.6 Kriittisyysluokittelun jatkotoimenpiteet

Kriittisyysluokittelusta saadut toimintopaikkojen kriittisyysluokat syötetään luokittelun jälkeen toiminnanohjausjärjestelmään. Luokitteluprosessissa todettiin, että toimintopaikkahierarkiassa on korjattavaa. Toimintopaikkarakenne ei seuraa kokonaisuutena prosessinomaista järjestystä ja voi jollain tasolla vaikeuttaa laitteiden löytämistä toimintopaikkarakenteesta. Rakenteen muuttaminen prosessin mukaiseksi toteutetaan todennäköisesti pala-verikäytännöllä.

Ennakkohuoltosuunnitelmien tarkastelua on jatkettava kriittisyysluokittelusta saatujen tuloksien pohjalta. A- kriittisten laitteiden jälkeen tarkastelussa siirrytään B- ja C- kriittisiin laitteisiin.

Luokittelun jatkotoimenpiteinä lisättiin SAP- toimintopaikkahierarkiaan puuttuvia toimintopaikkoja, sekä niiden laitteita. Suurempien puuttuvien kokonaisuuksien osalta on perustettu työryhmiä korjaamaan toimintopaikkarakennetta. Toimintopaikkahierarkiasta poistettiin prosessista jo romutettut laitteet, sovitun laajuuden mukaisesti.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa käyttövarmuutta ja helpottaa rajallisten kunnossapitoresurssien kohdistamista Heinolan flutingtehtaalla, suorittamalla kriittisyysluokittelu. Tarkastelu suoritettiin toimeksiantajan määrittelemälle laajuudelle, kartonkikone yhdelle. Kriittisyysluokittelulla helpotetaan kartonkitehtaan laitteiden käytettävyyden, kunnon ja eliniän hallintaa.

Opinnäytetyön tavoite, kriittisyysluokittelun tarkastelu täyttyi määritellyn laajuuden osalta. Luokitteluun kuuluville toimintopaikolle annettiin kriittisyysluokat, joiden perusteella myöhemmin tarkasteltiin laitteille tehtyjä ennakkohuoltosuunnitelmia. Kriittisyysluokittelussa käytetyt työkalut todettiin luokittelun aikana toimiviksi. Myös luokittelun suorittaminen kevyellä kaavalla, eli lyhytkestoisina, noin kahden tunnin palavereina toimi oikein hyvin. Luokittelun jatkotoimenpiteiden suorittaminen jatkuu, sillä parannettavaa löytyy muualtakin kuin kartonkikoneen toimintopaikkarakenteesta.

Tutkimukseni perusteella kriittisyysluokittelu osui oikeaan ajankohtaan. Luokittelulla saatiin kiinni useita prosessiin asennettuja laitteita, jotka kuitenkin puuttuivat vielä toimintopaikkarakenteesta. Luokittelu on hyvä suorittaa myös muilla tehtaan osastoilla. Mielestäni jatkossa kannattaa painottaa enemmän kriittisyysluokittelun, sekä laitetietojen dokumentoinin tärkeyttä. Luokittelu on suositeltavaa suorittaa uusien laitteiden hankintavaiheessa. Tällä toimenpiteellä helpotetaan kunnossapidon toimintaa tulevaisuudessa.

LÄHTEET

ABB 2013. ABB irtautuu Efora Oy:n osakkuudesta [viitattu 23.4.2016].

Saatavissa:

<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/187507e92b2802a7c1257b7a00213b96.aspx>

Efora 2017. Eforan tarina [viitattu 23.4.2017]. Saatavissa:

<http://www.efora.fi/>

Efora 2009. Kriittisyysanalyysiohje rev.7 9.9.2009 [viitattu 11.4.2017] Saatavissa:

https://weshare.storaenso.com/sites/efora/asiakasportaali/YhteinenKehitys/luotanal/Dokumentit/Forms/AllItems.aspx#InplviewHash43d29491-7a7f-4381-a4f7-a6cb0e809aaa=Paged%3DTRUE-p_FileLeafRef%3DH%25c3%25a4iri%25c3%25b6raportti%2520AL%252exls-p_ID%3D141-PageFirstRow%3D101

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2000. Paperin ja kartongin valmistus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Järviö, J. & Lehtiö, K. 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy

Metsäteollisuus 2015. Paperin tuotanto ja kulutus maailman markkinoilla. [viitattu 23.4.2017]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/tietoa-alasta/paperi-kartonki-jalosteet/paperi-ja-sellu/Paperin-tuotanto-ja-kulutus-maailman-markkinoilla-2208.html>

Mikkonen, H. 2009 Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy

Provianet Oy, ERP-toiminnanohjausjärjestelmän hankinta ja käyttöönotto yrityksessä. [viitattu 6.5.2017]. Saatavissa: <https://www.provianet.fi/erp-toiminnanohjausjarjestelman-hankinta-ja-kayttoonotto-yrityksessa/>

PSK Standardisointiyhdistys ry. 2017 PSK Kalvot 2017 [viitattu 6.5.2017]
Saatavissa: www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/Info/PSKkalvot%202017.ppt

PSK Standardisointiyhdistys ry, 2011. PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät

PSK Standardisointiyhdistys ry, 2008. PSK 6800, Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa

PSK Standardisointiyhdistys ry, 2010. PSK 7501. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut

PSK Standardisointiyhdistys ry, 2008. PSK 7102. Tehdashierarkia

Stora Enso 2016a. Heinolan Flutingtehdas [viitattu 26.4.2016]. Saatavissa: <http://renewablepackaging.storaenso.com/about-us/mills/heinola-mill/finnish>

Stora Enso 2016b. Stora Enso Historiaa [viitattu 23.4.2016]. Saatavissa: <http://www.storaenso.com/lang/finland/about/Pages/history.aspx>

Stora Enso. 2017. Heinolan flutingtehtaan tehdasesittely. [viitattu 26.4.2017] Saatavissa: <https://heinola-fluting-mill.weshare.storaenso.com/tervetuloa/flutingtehtaan%20tavoitteet/Pages/default.aspx>

Stora Enso. 2014. Varkauden investointi lisää havukuitupuun kysyntää [viitattu 7.5.2017]. Saatavissa: <https://www.storaensometsa.fi/varkauden-investointi/>

Suomen Standardisointiliitto SFS ry, 2010. SFS-EN 13306. Helsinki.

Valtanen E. 2012. Tekniikan taulukkokirja. Jyväskylä: Genesis-Kirjat Oy